

## **Production of metal composite pressed part comprises injecting material containing metal powder and binder into mold**

**Patent number:** DE10053199  
**Publication date:** 2001-05-03  
**Inventor:** ARAI TSUYOSHI (JP); MAKINO ISAO (JP); MIMURA EIJI (JP); KAYANO HISASHI (JP)  
**Applicant:** DENSO CORP (JP)  
**Classification:**  
- **International:** B22F3/22; B22F7/06; B22F3/22; B22F7/06; (IPC1-7): B22F3/00  
- **European:** B22F3/22; B22F7/06  
**Application number:** DE20001053199 20001026  
**Priority number(s):** JP19990307283 19991028; JP19990322386 19991112

**Report a data error here**

### **Abstract of DE10053199**

Production of a metal composite pressed part comprises injecting a material containing a metal powder and a binder into a mold, where a first pressed part is molded by injection followed by molding a second pressed part by injecting in close contact with the connecting surface of the first pressed part so that the first part is integrated with the second part. Injection molding of the second pressed part is carried out by filling a second molding material into a mold so that a flow component is obtained in the direction parallel to the connecting surface of the first part on the connecting surface.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 53 199 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:  
**B 22 F 3/00**

②1 Aktenzeichen: 100 53 199.7  
②2 Anmeldetag: 26. 10. 2000  
④3 Offenlegungstag: 3. 5. 2001

DE 100 53 199 A 1

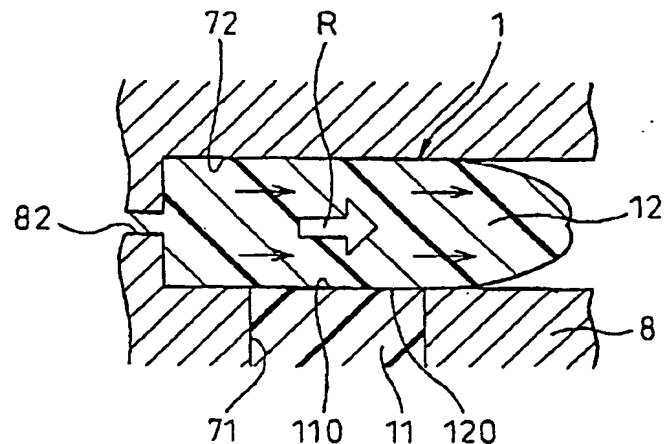
③0 Unionspriorität:  
11-307283 28. 10. 1999 JP  
11-322386 12. 11. 1999 JP  
  
⑦1 Anmelder:  
Denso Corp., Kariya, Aichi, JP  
  
⑦4 Vertreter:  
Zumstein & Klingseisen, 80331 München

⑦2 Erfinder:  
Arai, Tsuyoshi, Kariya, Aichi, JP; Makino, Isao,  
Kariya, Aichi, JP; Mimura, Eiji, Kariya, Aichi, JP;  
Kayano, Hisashi, Kariya, Aichi, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Verfahren zur Herstellung eines Preßlings aus Metallverbundwerkstoff

⑤7 Ein erster Preßling (11) wird geformt durch Spritzen in Übereinstimmung mit dem MIM-Verfahren, demnach ein Formmaterial, bestehend aus einem Gemisch aus Metallpulver und einem Bindemittel, in eine Form zu Formzwecken gespritzt wird, woraufhin ein zweiter Preßling (12) geformt wird durch Einspritzen in engem Kontakt mit der Verbindungsfläche (110) des ersten Preßlings (11), um einen Metallverbundstoff-Preßling (1) herzustellen. Der zweite Preßling (12) wird hergestellt durch Spritzen, indem er zum Fließen gebracht wird und die Form (8) füllt, so daß eine Fließkomponentne (R) in der Richtung parallel zu der Verbindungsfläche (110) des ersten Preßlings (11) auf dieser Verbindungsfläche (110) erhalten wird. Gemäß einem Verfahren in Übereinstimmung mit einer weiteren Ausführungsform werden Hohlraumflächen (60, 61), gebildet auf einer Bezugsform (50) und einer ersten Austauschform (51), in Gegenüberlagebeziehung zueinander angeordnet, um einen ersten Hohlraum (71) zu bilden, in welchem der erste Preßling (11) durch Spritzen geformt bzw. gegossen wird. Während der erste Preßling (11) in der Hohlraumfläche (60) der Bezugsform (50) verbleibt, wird daraufhin lediglich die erste Austauschform (51) durch eine zweite Austauschform (52) ersetzt, die eine Hohlraumfläche (62) unterschiedlicher Form aufweist, um einen zweiten Hohlraum (72) zu bilden, in welchen der zweite Preßling (12) durch Spritzen geformt bzw. gegossen wird.



DE 100 53 199 A 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO,**

## Beschreibung

## Hintergrund der Erfindung

## 1. Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Formverfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit einem Metallpulver-Spritzgieß-(MIM-)Prozeß durch Integrieren von zwei Preßlingen desselben Materialtyps oder unterschiedlicher Materialtypen.

## 2. Beschreibung des Standes der Technik

In den letzten Jahren ist Metallpulver-Spritzgießen (MIM) als Verfahren zum Herstellen eines Metallpreßlings eingesetzt worden. In Übereinstimmung mit diesem Verfahren wird Metallpulver mit einem Bindemittel gemischt, um Fluidität bzw. Fließfähigkeit bereitzustellen, und dieses Gemisch wird Spritzgießen unterworfen. Nahezu sämtliches Bindemittel wird durch Erhitzen oder dergleichen aus dem Preßling in einem Entfettungsschritt entfernt, und der Preßling wird auf eine höhere Temperatur erhitzt, um das Metallpulver in einem Sinterschritt zu sintern, um dadurch das gewünschte Erzeugnis herzustellen.

Ein gesinterter Metallverbundstoff-Preßling kann auch durch Integrieren von mehreren gesinterten Preßlingen aus demselben Materialtyp oder unterschiedlichen Materialtypen unter Einsatz des MIM-Verfahrens hergestellt werden. Wie in Fig. 6A und 6B gezeigt, wird ein im voraus hergestellter erster Preßling 91 eine Form 8 eingesetzt. Ein zweiter Preßling 92 aus einem demjenigen des ersten Preßlings 91 identischen oder einem unterschiedlichen Material wird mit dem ersten Preßling 91 integriert und dadurch geformt, um einen Metallverbundstoff-Preßling herzustellen. Der integrierte Preßling wird nachfolgend entfettet und gesintert, um den vorstehend genannten gesinterten Metallverbundstoff-Preßling herzustellen.

Der vorstehend erläuterte Metallverbundstoff-Preßling bringt jedoch das Problem mit sich, daß die Konzentration des in dem Formmaterial enthaltenen Bindemittels zu einer Vergrößerung der Grenzen/Ränder von mehreren Preßlingen führt und daß eine dauerhafte Verbindungsgrenze bzw. ein dauerhafter Verbindungsrand nach dem Sintern nicht erhalten werden kann. Insbesondere wird an der Grenzfläche S in Fig. 6B ein Abschnitt 918 mit hoher Bindemittelkonzentration in der Oberfläche der Verbindungsfläche des ersten Preßlings 91 gebildet, wie in Fig. 7 gezeigt. Andererseits wird die Oberfläche der Verbindungsfläche des zweiten Preßlings 92 ebenfalls mit einem Abschnitt 928 höherer Bindemittelkonzentration gebildet. Es wird eine Grenze erhalten, in welcher die beiden Abschnitte 918, 928 hoher Bindemittelkonzentration miteinander in Verbindung gelangen bzw. sich miteinander vereinigen.

Insbesondere handelt es sich bei dem für das MIM-Verfahren verwendeten Formmaterial um ein Gemisch aus Metallpulver und einem Bindemittel, und es wird durch Erhitzen auf eine vorbestimmte Temperatur fluidisiert, um das Bindemittel zu verflüssigen. In dem fluidisierten Zustand des Formmaterials besitzt das Bindemittel eine höhere Fluidität als das Metallpulver.

Wie in Fig. 8 gezeigt, bläst infolge hiervon zum Zeitpunkt des Spritzgießens der Abschnitt 951 hoher Bindemittelkonzentration des Formmaterials 95 aus dem zentralen Abschnitt des Strömungspfad zum Vorderende aus und fließt bzw. strömt zurück um die Seitenfläche herum. Die Oberfläche des geformten Preßlings wird deshalb mit einer Schicht gebildet, die sowohl hohe Fluidität wie Bindemittelkonzentration aufweist, wobei diese Schicht auch in den Grenzflächen der zwei Preßlinge zurückbleibt. Der Abschnitt hoher Bindemittelkonzentration, welcher als erstes verfestigt wird durch die interne Strömung auf der Seitenfläche in Kontakt mit der Form 8 entlang der Strömungsrichtung einer Scherkraft F unterworfen. Die Dicke des Abschnittes hoher Bindemittelkonzentration auf der Seitenfläche ist deshalb dünner als auf dem Vorderendabschnitt.

In dem Fall, daß das Formmaterial entfettet wird, während der Abschnitt hoher Bindemittelkonzentration auf den Grenzflächen von mehreren der Preßlinge zurückbleibt, kann aufgrund des Verlusts an Bindemittel eine Eindrückung gebildet werden. In diesem Fall kann eine normale Verbindung bzw. Vereinigung in dem nachfolgenden Sinterprozeß nicht erzielt werden.

In Übereinstimmung mit dem MIM-Verfahren kann ein Preßling mit vergleichsweise komplizierter Form hergestellt werden. In dem Fall, daß unterschiedliche Materialtypen integriert werden oder ein Preßling, der aus einem Material desselben Typs gebildet ist, geometrisch zu kompliziert ist, kann jedoch das Spritzgießen nicht gleichzeitig ausgeführt werden. In diesem Fall werden die zwei Preßlinge einzeln spritzgegossen und in einem bestimmten Schritt des Herstellungsprozesses integriert.

In Übereinstimmung mit einem Verfahren, demnach ein gesinterter Preßling hergestellt wird durch Integrieren von mehreren Teilen aus demselben Material oder aus unterschiedlichen Materialtypen unter Verwendung des herkömmlichen MIM, werden mehrere gesinterte Preßlinge, die getrennt voneinander gebildet werden, durch einen geeigneten Prozeß, wie etwa Schweißen, verbunden bzw. vereinigt. Ein Schweißschritt, der nach dem Sintervorgang zusätzlich eingesetzt wird, führt jedoch zu einer instabilen Qualität und höheren Kosten aufgrund einer erhöhten Anzahl von (Verfahrens-)Schritten.

Bei einem weiteren herkömmlichen Verfahren handelt es sich um ein Einfügeformverfahren, das in der japanischen ungeprüften Patentschrift (Kokai) Nr. 3-232906 offenbart ist, demnach ein erster getrennt zubereiteter Preßling in einer Form angeordnet und ein zweiter Preßling durch Spritzen geformt bzw. gegossen wird.

Bei diesem Verfahren muß der erste Preßling getrennt im vorhinein hergestellt werden, weshalb die Anzahl von (Verfahrens-)Schritten erhöht ist.

In dem Fall, daß der erste Preßling in einer Form angeordnet wird, muß die Größe der Eintiefung, in welche der erste Preßling eingefügt wird, größer sein als die Größe des Verbundstoffes, was zu einer geringeren Abmessungsgenauigkeit führt. Tatsache ist, daß in dem Fall, daß die Eintiefung und der Verbundstoff dieselbe Größe besitzen, der Verbundstoff abgebrochen bzw. zerbrochen wird, wenn er in die Eintiefung eingefügt wird, was zu einer höheren Ausschußrate führt.

Die japanische ungeprüfte Patentschrift (Kokai) Nr. 7-90312 offenbart noch ein weiteres Verfahren, demnach die Form mit Trennwänden bzw. Unterteilungen gebildet ist und das Spritzgießen in Hohlräumen nacheinander zugunsten der Integration ausgeführt wird, während die Trennwände bewegt werden.

In diesem Fall ist ein Preßling mit einer dreidimensionalen komplizierten Form, für die das MIM-Verfahren primär bestimmt ist, nur sehr schwer zu formen bzw. gießen, und die Verwirklichung eines derartigen Formvorgangs verkompliziert die Formstruktur stark und die Kosten werden höher.

In dem Fall, daß der zu bildende Preßling klein ist, kann es vorkommen, daß der Raum für Trennwände nicht bereitgestellt werden oder daß ein Eingußkanal, eine Gießrinne oder dergleichen nicht in der Form angeordnet werden kann.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Außerdem ist es sehr schwierig, mehrere Preßlinge gleichzeitig zu erhalten, ohne das Problem einer sehr komplizierten Formstruktur und höherer Kosten zu lösen.

Das Bereitstellen einer Vielzahl von Gleitabschnitten zum Bewegen der Trennwände verkürzt die Lebensdauer davon.

Als Folge der Hinzufügung der Trennwände wird außerdem eine Vielzahl von Teilformflächen auf den Preßling übertragen, und eine einwandfreie Oberfläche kann nicht erzielt werden. Ein weiteres Problem besteht darin, daß eine hohe Abmessungsgenauigkeit aufgrund des Effekts nicht sichergestellt werden kann, demnach in den Gleiteilen der Trennwände ein Freiraum unvermeidlich vorliegt.

Die japanische ungeprüfte Patentschrift (Kokai) Nr. 4-346604 offenbart andererseits ein Verfahren, demnach ein eingefügter Kern entfernt wird, nachdem ein erster Preßling gebildet ist, und ein zweiter Preßling geformt bzw. gegossen wird durch Einspritzen in den Hohlraum, der durch den Kern gebildet ist. Der zweite Preßling wird außerdem durch Einspritzen geformt, nachdem der Abschnitt des ersten Preßlings, der mit dem zweiten Preßling in Kontakt stehen soll, auf 20 bis 70°C gehalten wird.

Damit die Temperatur der Außenseite des ersten Preßlings auf 20 bis 70°C gehalten werden kann, ist es jedoch erforderlich zu warten, bis die Temperatur fällt nach einem Spritzgießen in einer gewöhnlichen Spritzgießmaschine, was zu einer sehr niedrigen Produktivität führt.

Der Formprozeß unter Verwendung eines Kerns erfordert außerdem eine beträchtliche Zeitdauer zum Montieren und Demontieren des Kerns. Da der Kern abgekühlt wird, nachdem er entfernt ist, muß gewartet werden, bis die Kerntemperatur auf ein vorbestimmtes Temperaturniveau gestiegen ist, bevor das Spritzgießen fortgesetzt wird, was ebenfalls zu einer niedrigen Produktivität führt.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung wurde angesichts der vorstehend genannten Probleme gemacht, und eine erste Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings zu schaffen, bei welchem das Bilden eines Abschnitts hoher Bindemittelkonzentration an den Grenzflächen von mehreren Preßlingen unterbunden werden kann, die aus unterschiedlichen Materialtypen oder demselben Materialtyp hergestellt sind.

Eine zweite Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings zu schaffen, umfassend eine Integration von mehreren Preßlingen aus unterschiedlichen Materialtypen oder Material desselben Typs mit höherer Abmessungsgenauigkeit bei niedrigen Kosten.

In Übereinstimmung mit einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings bereitgestellt, bei welchem ein erster Preßling gegossen bzw. geformt wird durch Spritzen unter Verwendung des MIM-Verfahrens zum Spritzgießen eines Formmaterials, woraufhin ein zweiter Preßling durch Spritzen in engem Kontakt mit der Verbindungsfläche des ersten Preßlings geformt bzw. gegossen wird, um die ersten und zweiten Preßlinge zu integrieren, wobei der zweite Preßling durch Spritzen derart geformt wird, daß das zweite Formmaterial des zweiten Preßlings zum Fließen gebracht wird, während es in die Form gefüllt wird, um eine Fließkomponente in der Richtung parallel zu der Verbindungsfläche des ersten Preßlings zu erhalten.

Der Kern der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß die Fließrichtung des zweiten Formmaterials zwangsweise gesteuert wird, wenn der zweite Preßling durch Spritzen geformt wird, wie vorstehend erläutert, um eine Fließrichtung

parallel zu der Verbindungsfläche des ersten Preßlings zu erzeugen. Diese Fließkomponente parallel zur Verbindungsfläche ist nicht auf eine solche beschränkt, die linear ausgehend vom Beginn strömt bzw. fließt; vielmehr umfaßt sie auch eine solche, auf einer Oberfläche parallel zur Verbindungsfläche gekrümmt ist.

Gemäß diesem Aspekt der Erfindung wird nach dem Formen des ersten Preßlings durch Spritzen der zweite Preßling durch Spritzen des zweiten Formmaterials in eine Form geformt bzw. gespritzt, in welcher der erste Preßling angeordnet ist. Bei diesem Prozeß erzeugt das zweite Formmaterial eine Fließkomponente parallel zur Verbindungsfläche des ersten Preßlings auf derselben Fläche bzw. Oberfläche. Infolge hiervon kann die Bildung eines Abschnitts hoher Bindemittelkonzentration an dem Grenzabschnitt (Verbindungs- bzw. Vereinigungsabschnitt) zwischen dem ersten Preßling und dem zweiten Preßling unterbunden werden.

In Übereinstimmung mit einem zweiten Aspekt schafft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings, bei welchem nach dem Formen eines ersten Preßlings durch das MIM-Verfahren ein zweiter Preßling in engem Kontakt mit einem Abschnitt des ersten Preßlings geformt wird, woraufhin die ersten und zweiten Preßlinge miteinander integriert werden, aufweisend die Schritte:

Bilden eines ersten Hohlraums durch Anordnen der Hohlraumflächen einer Bezugsform und einer ersten Austauschform in Gegenüberlagebeziehung zueinander und Formen des ersten Preßlings durch Spritzen in den ersten Hohlraum; und

Ersetzen von ausschließlich der ersten Austauschform durch eine zweite Austauschform mit einer Hohlraumfläche unterschiedlicher Form, während der erste Preßling auf der Hohlraumfläche der Bezugsform belassen wird, wodurch ein zweiter Hohlraum durch den ersten Preßling und die Hohlraumfläche der zweiten Austauschform gebildet wird, und Formen des zweiten Preßlings durch Spritzen in den zweiten Hohlraum, um den Metallverbundstoff-Preßling einschließlich dem ersten Preßling und dem zweiten Preßling, die miteinander integriert sind, zu erzeugen.

Bei dem Herstellungsverfahren gemäß diesem Aspekt der Erfindung wird der erste Hohlraum als erster durch die Bezugsform und die erste Austauschform gebildet. Insbesondere werden zwei Formen, welche ein erstes Formelement bereitstellen, jeweils mit einer Hohlraumfläche gebildet, und diese zwei Hohlraumflächen werden in Gegenüberlagebeziehung zueinander angeordnet, um dadurch einen ersten Hohlraum einer Form entsprechend dem gewünschten ersten Preßling zu bilden. Das Metallpulver für den ersten Preßling wird in den ersten Hohlraum gespritzt. Das Metallpulver hat, wie in bezug auf den Stand der Technik erläutert, die Form eines Gemisches mit einem Bindemittel, erhitzt auf eine vorbestimmte Temperatur und Fluidität aufweisend.

Nach dem Formen des ersten Preßlings in dem ersten Hohlraum wird ausschließlich die erste Austauschform durch die zweite Austauschform ersetzt, ohne den ersten Preßling freizugeben. Die zweite Austauschform besitzt eine Hohlraumfläche entsprechend der gewünschten Form des zweiten Preßlings, und sie bildet einen zweiten Hohlraum mit der Oberfläche des ersten Preßlings in Gegenüberlagebeziehung hierzu. Das Metallpulver für den zweiten Preßling wird in den zweiten Hohlraum gespritzt. Dieses Metallpulver hat ebenfalls die Form eines Gemisches mit einem Bindemittel, erhitzt auf eine vorbestimmte Temperatur und Fluidität aufweisend.

Nach dem Formen des ersten Preßlings durch Spritzen kann in Übereinstimmung mit dieser Erfindung, wie vorste-

hend erläutert, der zweite Preßling geformt werden durch Spritzen auf den ersten Formling, ohne daß er aus der Form entfernt wird. Insbesondere kann unmittelbar nach dem Formen des ersten Preßlings durch Spritzen der zweite Preßling durch Spritzen in kurzer Zeit einfach dadurch geformt werden, daß die ersten und zweiten Austauschformen in bezug aufeinander getauscht werden.

Infolge hiervon kann der zweite Preßling in Kontakt mit dem ersten Preßling gebracht werden, der auf der Hohlraumfläche der Bezugsform verbleibt, ohne die Temperatur des ersten Preßlings signifikant zu verringern.

Ein sehr zufriedenstellender Zustand für den ersten Grenzabschnitt zwischen dem ersten Preßling und dem zweiten Preßling kann erzielt werden, indem der Temperaturabfall des ersten Preßlings unterdrückt bzw. unterbunden wird.

Insbesondere enthalten der erste Preßling und der zweite Preßling jeweils ein Bindemittel sowie das Metallpulver, welches den Hauptbestandteil bildet. In dem Fall, daß ein Gemisch aus dem Bindemittel und dem Metallpulver zum Spritzformen verwendet wird, veranlaßt seine Fluiditätseigenschaft, daß die Konzentration des Bindemittels in dem Flächenabschnitt vergrößert wird. Das Bindemittel verfestigt sich und verliert die Fluidität, wenn die Temperatur fällt. In dem Fall, daß ein zweiter Preßling durch Spritzen auf die Oberfläche des ersten Preßlings geformt wird, nachdem der erste Preßling abgekühlt ist und sich verfestigt hat, kann eine Grenzschicht hoher Bindemittelkonzentration zwischen dem ersten Preßling und dem zweiten Preßling gebildet werden. Wenn die Form entfettet und gesintert wird, wobei die Grenzschicht eine hohe Bindemittelkonzentration aufweist, nimmt der Abstand zwischen dem Metallpulver der zwei Preßlinge übermäßig zu, wodurch es häufig unmöglich gemacht wird, einen zufriedenstellenden gesinterten Zustand zu erzielen.

Durch Aufrechterhalten einer geeignet hohen Temperatur des ersten Preßlings, wie vorstehend angeführt, kann die Oberfläche des ersten Preßlings in einem Zustand einer bestimmten Fluidität gehalten werden. Selbst nachdem der erste Preßling sich verfestigt hat, kann seine Fluidität andererseits problemlos rückgewonnen werden durch Wärme, die von dem zweiten Preßling übertragen wird. In diesem Fall kann deshalb der Abstand zwischen dem Metallpulver der ersten und zweiten Preßlinge verringert werden, indem die Fluidität des Abschnitts der Grenze dazwischen mit hoher Bindemittelkonzentration aufrechterhalten wird. Die Qualität des gesinterten Preßlings, der schließlich erhalten wird, kann dadurch verbessert werden.

In Übereinstimmung mit dieser Erfindung und wie vorstehend erläutert, vermag außerdem die Tatsache, daß der erste Preßling auf der Hohlraumfläche der Bezugsform belassen wird, die Abmessungsgenauigkeit des resultierenden Metallverbundstoff-Preßlings zu verbessern.

Der zweite Preßling kann durch Spritzen im wesentlichen ohne Unterbrechung einfach dadurch geformt werden, daß die erste Austauschform durch die zweite Austauschform ersetzt wird, wie vorstehend erläutert. Der Metallverbundstoff-Preßling kann deshalb mit sehr hohem Wirkungsgrad unter verringerten Herstellungskosten hergestellt werden. Wie vorstehend erläutert, wird in Übereinstimmung mit dieser Erfindung ein Herstellungsverfahren bereitgestellt, bei welchem ein Metallverbundstoff-Preßling bereitgestellt wird, bei dem mehrere Preßlinge unterschiedlicher Materialtypen oder desselben Materialtyps miteinander integriert hergestellt werden können mit hoher Abmessungsgenauigkeit bei geringen Kosten.

Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand der Zeichnungen näher erläutert.

# Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt ein Diagramm zur Erläuterung des Fluidzustands des zweiten Formmaterials in Übereinstimmung mit einer ersten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 zeigt ein Diagramm zur Erläuterung des Fluidzustands des zweiten Formmaterials in Übereinstimmung mit einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm zur Erläuterung des Fluidzustands des zweiten Formmaterials in Übereinstimmung mit einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 4 zeigt ein Diagramm zur Erläuterung des Fluidzustands des zweiten Formmaterials in Übereinstimmung mit einer vierten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 5 zeigt ein Diagramm zur Erläuterung des Fluidzustands des zweiten Formmaterials in Übereinstimmung mit einer fünften Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 6A zeigt ein Diagramm zur Erläuterung des Fluidzustands des zweiten Formmaterials in Übereinstimmung mit dem Stand der Technik, und Fig. 6B zeigt ein Diagramm zur Erläuterung des Zustands bei Beendigung des Einfüllens des zweiten Formmaterials in Übereinstimmung mit dem Stand der Technik.

Fig. 7 zeigt ein Diagramm zur Erläuterung der Konfiguration von mehreren Verbundstoffgrenzflächen in Übereinstimmung mit dem Stand der Technik.

Fig. 8 zeigt ein Diagramm der Art und Weise, demnach das Formmaterial in Übereinstimmung mit dem Stand der Technik fließt.

Fig. 9 zeigt ein Diagramm zur Erläuterung eines Verfahrens zur Herstellung eines Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit einer sechsten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 10 zeigt eine teilweise aufgeschnittene perspektivische Ansicht der Form eines Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit der sechsten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 11A bis 11C zeigen Diagramme zur Erläuterung eines Verfahrens zur Herstellung eines Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit einem ersten Beispiel für die sechste Ausführungsform.

Fig. 12A bis 12C zeigen Diagramme zur Erläuterung eines Verfahrens zur Herstellung eines Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit einer zweiten Referenz für die sechste Ausführungsform.

Fig. 13 zeigt ein Diagramm zur Erläuterung eines Verfahrens zur Herstellung eines Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit einer siebten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 14 zeigt ein Diagramm zur Erläuterung eines Verfahrens zur Herstellung eines Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit einer achten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 15 zeigt ein Diagramm zur Erläuterung eines Verfahrens zur Herstellung eines Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit einer neunten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 16 zeigt ein Diagramm zur Erläuterung eines Verfahrens zur Herstellung eines Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit einer zehnten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 17 zeigt ein Diagramm zur Erläuterung eines Verfahrens zur Herstellung eines Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit einer elften Ausführungsform der Erfindung.



## Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

## Erste Ausführungsform

Ein Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der Erfindung wird unter Bezug auf Fig. 1 erläutert.

Bei dieser Ausführungsform wird ein erster Preßling 11 durch Spritzen in Übereinstimmung mit dem MIM-Verfahren zum Formen bzw. Gießen durch Spritzen von Form- bzw. Gießmaterial geformt bzw. gegossen, das aus einem Gemisch aus Metallpulver und einem Bindemittel besteht, und zwar in eine Form, woraufhin ein zweiter Preßling 12 durch Spritzen in engem Kontakt mit der Verbindungs- bzw. Vereinigungsfläche 110 des ersten Preßlings 11 geformt wird und wobei die zwei Preßlinge integriert werden, um einen Metallverbundstoff-Preßling 1 herzustellen.

Bei dem Spritzgießen des zweiten Preßlings 12 wird das zweite Formmaterial für den zweiten Preßling 12 zum Fließen gebracht, während es in die Form 8 gefüllt wird, und zwar derart, daß eine Fließkomponente in der Richtung parallel zur Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings auf derselben Verbindungsfläche 110 erhalten wird.

Nunmehr folgt eine detailliertere Erläuterung.

Bei dieser Ausführungsform handelt es sich bei dem ersten Formmaterial für den ersten Preßling 11 um ein Gemisch aus Edelstahl (JIS (Japanischer Industriestandard) SUS316)-Pulver mit einer mittleren Korngröße von 10 µm und einem Bindemittel, das aus PW, EVA, Acryl und Stearinsäure besteht. Das zweite Formmaterial des zweiten Preßlings 12 besteht andererseits aus einem Gemisch aus Pulver aus SUS410 mit einer mittleren Korngröße von 10 µm und einem Bindemittel, das aus PW (Paraffinwachs), EVA (Ethylen-Vinylacetat), Acryl und Stearinsäure besteht.

Wie in Fig. 1 gezeigt, wird ein im vornherein geformter erster Preßling 11 in einen ersten Hohlraum 71 eingesetzt bzw. eingefügt, der in einer Form 8 gebildet ist, und ein zweites Formmaterial wird in einen zweiten Hohlraum 32 gespritzt, dessen Verbindungsfläche 110 diesem ausgesetzt ist, um einen zweiten Preßling 12 zu formen. In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform wird der erste Preßling 11 in einer anderen Form im vornherein geformt und in den ersten Hohlraum 71 der Form 8 eingefügt bzw. eingesetzt. Als Alternative kann der erste Preßling 11 direkt in den ersten Hohlraum 71 der Form 8 gespritzt werden, wenn die Form 8 geeignet aufgebaut ist. Bei dieser Ausführungsform ist außerdem ein Gatter 82 des zweiten Hohlraums 72 in der Richtung parallel zu der Verbindungsfläche 110 gebildet.

Es wird bemerkt, daß, wie in Fig. 1 gezeigt, das Spritzgießen des zweiten Preßlings 12 derart ausgeführt wird, daß das zweite Formmaterial insgesamt in der Richtung parallel zu der Verbindungsfläche 110 auf derselben Verbindungsfläche 110 zum Fließen gebracht wird. Hierdurch wird eine Fließkomponente R parallel zur Verbindungsfläche 110 auf der Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings 11 erzeugt.

Infolge hiervon kann der erhaltene Metallverbundstoff-Preßling 1 daran gehindert werden, einen Abschnitt hoher Bindemittelkonzentration zu bilden, und dies im Gegensatz zum Stand der Technik, und zwar auf den Verbindungsflächen 110, 120 des ersten Preßlings 11 bzw. des zweiten Preßlings 12.

Es wird davon ausgegangen, daß dies auf der Tatsache beruht, daß, wie in Fig. 1 gezeigt, der Fluß bzw. die Strömung des zweiten Formmaterials in der Richtung parallel zu der Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings 11 zumindest die drei nachfolgend erläuterten Wirkungen bereitstellen kann.

In dem Fall, daß das Formmaterial, das aus einem Ge-

misch aus Metallpulver und einem Bindemittel besteht, zum Fließen gebracht wird, wird als erstes das Bindemittel mit hoher Fluidität mit einem hohen Prozentsatz am Vorderabschnitt entlang der Fließrichtung des Materials konzentriert, und die Seitenfläche des Materials wird bezüglich Bindemittelkonzentration im Vergleich zu dem Vorderabschnitt verringert. Durch Füllen des zweiten Formmaterials derart, daß es in der Richtung parallel zu der Verbindungsfläche des ersten Preßlings fließt, wie vorstehend erläutert, ist der Abschnitt des zweiten Preßlings, der in Kontakt mit dem ersten Preßling angeordnet ist, auf der Seitenfläche der parallelen Fließkomponente des zweiten Preßlings angeordnet, die ursprünglich eine vergleichsweise geringe Bindemittelkonzentration aufweist.

Da das zweite Formmaterial parallel zu der Verbindungsfläche des ersten Preßlings fließt, wird als zweites eine Scherkraft gegenüber der Verbindungsfläche erzeugt. Infolge hiervon wird durch die Scherkraft ein Abschnitt hoher Bindemittelkonzentration selbst dann abgeschabt, wenn er auf der Verbindungsfläche des ersten Preßlings gebildet ist.

Im Hinblick auf den kontinuierlichen Fluß bzw. die kontinuierliche Strömung des zweiten Formmaterials auf der Verbindungsfläche des ersten Preßlings wird als drittes Wärme kontinuierlich an die Verbindungsfläche ausgehend von dem zweiten Formmaterial angelegt. Das Bindemittel der ausgehärteten Bindemittelschicht in der Verbindungsfläche stellt deshalb die Fluidität wieder her und wird gemeinsam mit dem zweiten Formmaterial aus der Verbindungsfläche gebracht.

Folglich besitzt sowohl der Grenzabschnitt zwischen dem ersten Preßling 11 und dem zweiten Preßling 12, d. h. zwischen den Verbindungsflächen 110 und 120, eine niedrigere Bindemittelkonzentration als beim Stand der Technik.

Der resultierende Metallverbundstoff-Preßling 1 wird entfettet und gesintert. Ein gesintertter Metallverbundstoff-Preßling mit zufriedenstellendem Aussehen und einwandfreier Qualität kann damit erhalten werden, wobei der erste Preßling 11 mit dem zweiten Preßling 12 sehr fest verbunden bzw. vereinigt ist.

## Zweite Ausführungsform

In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform und wie in Fig. 2 gezeigt, wird die Form 8 gemäß der ersten Ausführungsform derart neu aufgebaut, daß ein schmaler Strömungs- bzw. Flußpfadabschnitt 85 des zweiten Formmaterials bereitgestellt ist, der enger ist als die Abschnitte vor und hinter dem speziellen Abschnitt auf der Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings 11. Insbesondere wird ein Vorsprung 850 auf dem Abschnitt der Form 8 in Gegenüberlagebeziehung zu der Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings 11 gebildet, wodurch der schmale Flußpfadabschnitt 85 gebildet wird.

In diesem Fall wird für den Abschnitt, der eine Fließkomponente R parallel zu der Verbindungsfläche 110 aufweist, der Druck durch die Anwesenheit des neuen Abschnitts 85 erhöht. Die von dem zweiten Formmaterial auf die Verbindungsfläche des ersten Preßlings 11 ausgeübte Scherkraft kann dadurch erhöht werden. Auf diese Weise kann die Wirkung zur Entfernung der Bindemittelkomponente von der Verbindungsfläche 110 verbessert werden.

Die übrigen Punkte bezüglich Funktion und Wirkung sind ähnlich den entsprechenden Punkten bei der ersten Ausführungsform.

## Dritte Ausführungsform

In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform und

wie in Fig. 3 gezeigt, ist die Form des zweiten Hohlraums 72 gemäß der ersten Ausführungsform geändert. Insbesondere ist diejenige Position, wo die Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings 11 dem zweiten Hohlraum 72 ausgesetzt wird, geringfügig eingedrückt, und eine Stufe 86 ist gebildet. Auch in diesem Fall kann eine Fließkomponente R des zweiten Formmaterials parallel zu der Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings 11 auf derselben Verbindungsfläche 110 erzeugt werden. In einem derartigen Fall ist der Fließpfad auf der Verbindungsfläche 110 geringfügig verbreitert, wodurch, obwohl die Scherkraft gegenüber der Verbindungsfläche 110 geringfügig verringert ist, die Funktion und Wirkung im wesentlichen ähnlich sind zu denjenigen gemäß der ersten Ausführungsform.

#### Vierte Ausführungsform

Bei dieser Ausführungsform und wie in Fig. 4 gezeigt, fließt das zweite Formmaterial weiterhin von einer Richtung nicht parallel zu der Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings 11 und erlangt eine Fließkomponente R durch Ändern der Richtung zu einer solchen parallel zu der Verbindungsfläche 110 auf derselben Verbindungsfläche 110.

Insbesondere ist der zweite Hohlraum 72 der Form 8 im wesentlichen T-förmig, und der achsensseitige Pfad 721 hiervon ist in einer Form senkrecht zur Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings 11 angeordnet, während der obere Pfad 722 parallel zu der Verbindungsfläche 110 gebildet ist. Die Breite A des achsensseitigen Fließpfades 722, die von der Richtung nicht parallel zu der Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings 11 fortschreitet bzw. sich fortsetzt, ist schmaler als die Breite B der Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings 11.

Infolge hiervon wird zum Zeitpunkt des Spritzgießens des zweiten Preßlings 12 das zweite Formmaterial dazu veranlaßt, in einer Richtung senkrecht zu der Verbindungsfläche 110 des zweiten Formmaterials fortzuschreiten, und es vermag die Richtung um 90 Grad an der Verbindungsfläche 110 zu ändern. Wie in Fig. 4 gezeigt, kann deshalb eine Fließkomponente R parallel zu der Verbindungsfläche 110 sowohl auf der linken wie auf der rechten Seite erzeugt werden.

In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform vermag auf diese Weise wie bei der ersten Ausführungsform das Vorliegen der Fließkomponente R des zweiten Formmaterials parallel zu der Verbindungsfläche 110 die Ausbildung eines Bereichs bzw. einer Fläche hoher Bindemittelkonzentration im Grenzabschnitt zwischen dem ersten Preßling 11 und dem zweiten Preßling 12 zu unterbinden.

#### Fünfte Ausführungsform

In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform und wie in Fig. 5 gezeigt, ist der zweite Hohlraum 72 der Form 8 L-förmig. Insbesondere sind ein vertikaler Pfad 723 senkrecht zur Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings 11 und ein horizontaler Pfad 724 parallel zu der Verbindungsfläche 110 kombiniert, um einen zweiten Hohlraum 72 zu bilden. Auch bei dieser Ausführungsform ist die Breite A des vertikalen Pfades 723, der sich in einer Richtung nicht parallel zur Verbindungsfläche 110 erstreckt, schmaler als die Breite B der Verbindungsfläche 110 des ersten Preßlings 11.

In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform verläuft zum Zeitpunkt des Spritzgießens des zweiten Preßlings 12 das zweite Formmaterial in einer Richtung senkrecht zu der Verbindungsfläche 110, und es kann seine Richtung an der Verbindungsfläche 110 um 90 Grad ändern. Infolge hiervon und wie in Fig. 4 gezeigt, kann eine Fließkomponente A

parallel zu der Verbindungsfläche 110 gebildet werden. Auch in diesem Fall sind Funktion und Wirkung ähnlich zu denjenigen der vierten Ausführungsform.

#### Sechste Ausführungsform

Ein Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit einer sechsten Ausführungsform wird unter Bezug auf Fig. 9 bis 12 erläutert.

Bei dem Verfahren in Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform und wie in (a) und (b) von Fig. 9 gezeigt, wird, nachdem der erste Preßling 11 durch das MIM-Verfahren geformt wurde, der zweite Preßling 12 in engem Kontakt mit einem Abschnitt des ersten Preßlings 11 gebildet, und beide Preßlinge werden integriert, um den Metallverbundstoff-Preßling 1 herzustellen (Fig. 10).

Die für das Metallpulver-Spritzgießen verwendete Form 5 gemäß dieser Ausführungsform, wie in (a) und (b) von Fig. 9 gezeigt, umfaßt eine Referenz- bzw. Bezugsform 50, eine erste Austauschform 51 und eine zweite Austauschform 52. Die Formen 50 bis 52 sind mit den Hohlraumflächen 60 bis 62 versehen. Wie in (a) von Fig. 9 gezeigt, sind die Hohlraumflächen 60 und 61, die auf der Bezugsform 50 und der ersten Austauschform 51 gebildet sind, in Gegenüberlagebeziehung zueinander angeordnet, um einen ersten Hohlraum 71 entsprechend der gewünschten Form des ersten Preßlings 11 zu bilden. Außerdem ist die Hohlraumfläche 62 der zweiten Austauschform 52 in einer Weise entsprechend der gewünschten Form des zweiten Preßlings 12 gebildet, und sie bildet, wie nachfolgend erläutert, einen zweiten Hohlraum 72 in Übereinstimmung mit der gewünschten Form des zweiten Preßlings in Zusammenwirkung mit dem ersten Preßling 11.

Die erste Austauschform 51 und die zweite Austauschform 52 können in bezug aufeinander ausgetauscht werden.

Bei dieser Ausführungsform wird ein Metallverbundstoff-Preßling durch das MIM-Verfahren unter Verwendung der Form 5 hergestellt.

Zunächst wird Edelstahl (JIS SUS630L) mit einer mittleren Korngröße von 10 µm als Metallpulver für den ersten Preßling 11 zubereitet, und Acryl, EVA, Wachs und Stearinsäure werden als Bindemittel zubereitet. Die Erweichungstemperatur des Bindemittels für den ersten Preßling beträgt 60°C.

Außerdem wird Edelstahl (JIS SUS410L) mit einer mittleren Korngröße von 10 µm als Metallpulver für den zweiten Preßling 12 zubereitet, und dasselbe Material wie dasjenige des ersten Preßlings wird für das Bindemittel zubereitet.

Das jeweilige Metallpulver und das Bindemittel werden gemischt und geknetet bei einer Temperatur nicht niedriger als die Bindemittel-Erweichungstemperatur, um das Material zum Spritzgießen des ersten Preßlings und des zweiten Preßlings zu erzeugen.

Wie in (a) von Fig. 9 gezeigt, werden daraufhin die Hohlraumflächen 60 und 61 der Bezugsform 50 und der ersten Austauschform 51 in Gegenüberlagebeziehung zueinander angeordnet, um den ersten Hohlraum 71 zu bilden. Das Spritzmaterial für den ersten Preßling wird in den ersten Hohlraum 71 zum Spritzgießen des ersten Preßlings 11 gespritzt. In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform ist die Einspritztemperatur des ersten Preßlings auf etwa 180°C festgelegt.

Als nächster Schritt und wie in (b) von Fig. 9 gezeigt, wird, während der erste Preßling 11 in der Hohlraumfläche 60 der Bezugsform 50 belassen wird, ausschließlich die erste Austauschform 51 ersetzt durch die zweite Austauschform 52 mit einer Hohlraumfläche 62 unterschiedlicher

Form, so daß der zweite Hohlraum 72 aus der Hohlraumfläche 72 der zweiten Austauschform 52 und des ersten Preßlings 11 gebildet ist. Das Einspritzmaterial für den zweiten Preßling wird in den zweiten Hohlraum 72 gespritzt, um den zweiten Preßling 12 durch Spritzformen zu bilden. Bei diesem Prozeß ist die Einspritztemperatur des zweiten Preßlings festgelegt mit 180°C.

Infolge hiervon und wie in Fig. 10 gezeigt, wird ein Metallverbundstoff-Preßling 1 erhalten durch Integrieren des ersten Preßlings 11 mit dem zweiten Preßling 12.

Durch Beobachten des Grenzabschnitts zwischen dem ersten Preßling 11 und dem zweiten Preßling 12 des Metallverbundstoff-Preßlings 1 wurde ermittelt, daß der erste Preßling 11 und der zweite Preßling 12 in sehr zufriedenstellender Weise verbunden bzw. vereinigt wurden, wobei im wesentlichen kein Abschnitt eine hohe Bindemitteldichte aufwies.

Dieser Aufbau wurde in N<sub>2</sub> erhitzt, um den größeren Teil des Bindemittels durch Zersetzung zu entfernen, und daraufhin wurde der Aufbau in einem Vakuum-Sinterofen gesintert. Ein Verbundstoffpreßling mit den zwei Preßlingen, die integral miteinander gesintert waren, wurde dadurch erhalten.

Dieses endgültige Verbundstoffmaterial weist den Grenzabschnitt des ersten Preßlings und des zweiten Preßlings in zufriedenstellender Weise gesintert auf. Dies zeigt an, daß der Grenzabschnitt des ersten Preßlings und des zweiten Preßlings des Metallverbundstoff-Preßlings vor dem Sintern mit großer Sicherheit erstellt wird.

Der Grund hierfür ist nachfolgend angeführt.

Nach dem Spritzgießen des ersten Preßlings 11 kann insbesondere bei dieser Ausführungsform das Spritzgießen des zweiten Preßlings 12 kontinuierlich innerhalb kurzer Zeit einfach dadurch ausgeführt werden, daß die erste Austauschform 51 durch die zweite Austauschform 52 ersetzt wird, ohne den ersten Preßling 11 von der Hohlraumfläche 60 der Bezugsform 50 zu entfernen. Der zweite Preßling 12 kann dadurch in Kontakt mit dem ersten Preßling 11 ohne deutliches Verringern der Temperatur des ersten Preßlings 11 in Kontakt gebracht werden, der in der Hohlraumfläche 60 der Bezugsform 50 verbleibt. Mit anderen Worten, der zweite Preßling kann in Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform gespritzt werden, bevor die Temperatur des ersten Preßlings 11 auf weniger als 60°C abnimmt, bei welcher Temperatur es sich um die Erweichungstemperatur seines Bindemittels handelt. Die Fluidität der Oberfläche des ersten Preßlings 11 kann dadurch bis zu einem gewissen Grad zum Zeitpunkt des Kontaktierens des zweiten Preßlings 12 aufrechterhalten werden. Infolge hiervon kann ein Abschnitt bzw. Teil hoher Bindemittelkonzentration in dem Grenzabschnitt zwischen dem ersten Preßling 11 und dem zweiten Preßling 12 fluidisiert werden. Auf diese Weise können die Abstände zwischen Metallpulver des resultierenden Metallverbundstoff-Preßlings verringert werden. Ein sehr zufriedenstellender gesintert Preßling kann erhalten werden durch Entfetten und Sintern dieses Metallverbundstoff-Preßlings.

In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform wird, wie vorstehend erläutert, der zweite Preßling eingespritzt, während die Temperatur des ersten Preßlings auf nicht weniger als der Erweichungstemperatur seines Bindemittels gehalten wird. Selbst in dem Fall, daß die Temperatur des ersten Preßlings unter die Erweichungstemperatur des Bindemittels verringert wird, kann jedoch die Oberflächentemperatur des ersten Preßlings auf nicht weniger als den Erweichungspunkt des Bindemittels erhöht werden durch Wärmeübertragung durch geeignetes Wählen bzw. Festlegen der Einspritztemperatur des zweiten Preßlings.

Um die Wirkung des Verfahrens zur Herstellung des Metallverbundstoff-Preßlings in Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform zusätzlich zu klären, wurde ein Metallverbundstoff-Preßling durch das herkömmliche Verfahren hergestellt, und seine Qualität wurde verglichen.

Bei einem ersten Beispiel (Beispiel 1), wie in Fig. 11A und 11B gezeigt, wurden ein Paar von Formen 911, 912 zum Formen des ersten Preßlings und ein Paar von Formen 921, 922 zum Formen des zweiten Preßlings zubereitet. Der erste Preßling 11 und der zweite Preßling 12 wurden unabhängig voneinander hergestellt und, wie in (c) von Fig. 9 gezeigt, in einem nachfolgenden Prozeß integriert.

Bei einem zweiten Beispiel (Beispiel 2) wurden, wie in Fig. 12A und 12C gezeigt, ein Paar von Formen 931, 932 zum Formen des ersten Preßlings und ein Paar von Formen 941, 942 zum Formen einer Einlage bzw. eines Einsatzes zubereitet. Wie in Fig. 12A gezeigt, wurde der erste Preßling durch die Formen 931, 932 geformt und daraufhin in den Hohlraum der Form 941 eingesetzt, wie in Fig. 12B gezeigt. Daraufhin wurde die Form 942 in Gegenüberlagebeziehung angeordnet, und der zweite Preßling wurde durch Einspritzen geformt.

Im Beispiel 1 wurden die zwei Preßlinge 11, 12 kombiniert, nachdem sie geformt waren. Die beiden Preßlinge 11, 12 befinden sich in ihrem Grenzabschnitt teilweise nicht in engem Kontakt, und eine hohe Bindemittelkonzentration wurde auf ihren jeweiligen Oberflächen gebildet. Infolge des Entfettens und Sinterns der Preßlinge wurde in dem Grenzabschnitt ein fehlerhafter Abschnitt beobachtet, der nicht vollständig verbunden bzw. vereinigt war.

Im Beispiel 2 stellte der Grad, mit welchem die zwei Preßlinge 11, 12 sich in engem Kontakt miteinander in dem Grenzabschnitt befinden, kein Problem dar; ein Abschnitt hoher Bindemittelkonzentration wurde jedoch gebildet. Der erste Preßling 11 wurde außerdem verformt, wenn er in die Form 941 eingesetzt wurde. Nach Entfetten und Sintern wurde ein fehlerhafter Abschnitt in dem Grenzabschnitt beobachtet, der nicht vollständig verbunden bzw. vereinigt war, und ein nicht zufriedenstellendes äußeres Erscheinungsbild wurde beobachtet.

#### Siebte Ausführungsform

Bei dieser Ausführungsform handelt es sich um ein spezielles Beispiel, bei welchem die erste Austauschform 51 und die zweite Austauschform 52 gemäß der sechsten Ausführungsform durch Gleiten bzw. Gleitbewegen miteinander ausgetauscht waren, wie in Fig. 13 gezeigt.

Die erste Austauschform 51 und die zweite Austauschform 52 in Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform sind, wie in Fig. 13 gezeigt, übereinander angeordnet und integriert als Austauschform 53. Die Austauschform 50 besitzt vergrößerte Größe und eine Eintiefung 501, in welche der Vorsprung 511 der ersten Austauschform 51 eingeführt wird, um den Aufbau in einem Bereitschaftszustand anzuordnen.

In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform ist die Bezugsform 50 vertikal gleitverschiebbar, während sie gleichzeitig in zwei Längsrichtungen beweglich ist.

Bei dem tatsächlichen Form- bzw. Formgebungsprozeß für den Metallverbundstoff-Preßling 1 wird, wie in (a) von Fig. 13 gezeigt, der erste Hohlraum 71 gebildet durch Anordnen der Hohlraumfläche 61 der ersten Austauschform 51 in Gegenüberlagebeziehung zu der Hohlraumfläche 60 der Bezugsform 50, und der erste Preßling 11 wird durch Einspritzen in den ersten Hohlraum 71 geformt bzw. gegossen.

Wie in (b) von Fig. 13 gezeigt, wird daraufhin die Bezugsform 50 geringfügig rückgezogen, nach abwärts gleitverschoben und vorgeschoben. Infolge hiervon wird, wie in (c) von Fig. 13 gezeigt, der zweite Hohlraum 72 gebildet durch Anordnen der Hohlraumfläche 62 der zweiten Austauschform 52 in Gegenüberlagebeziehung zu dem ersten Preßling 11, der in der Bezugsform 50 verbleibt. Durch Formen bzw. Gießen des zweiten Preßlings 12 durch Einspritzen in den zweiten Hohlraum 72 kann der Metallverbundstoff-Preßling 1 erhalten werden.

In diesem Fall können die erste Austauschform 51 und die zweite Austauschform 52 gegenseitig wirksam durch eine einfache Konfiguration ausgetauscht werden. Die vergrößerte Größe der Austauschform 53 und der Bezugsform 50 erhöhen außerdem die Wärmekapazität der Formen, wodurch es möglich ist, die Änderung der Temperatur beim kontinuierlichen Laden zu verringern. Bezüglich der übrigen Punkte sind Funktion und Wirkung ähnlich wie diejenigen bei der sechsten Ausführungsform.

#### Achte Ausführungsform

Bei dieser Ausführungsform ist die Austauschform 53 in Übereinstimmung mit der siebten Ausführungsform beweglich, und die Bezugsform 50 ist stationär.

Wie in Fig. 14 gezeigt, sind die erste Austauschform 51 und die zweite Austauschform 52 in eine Austauschform 53 integriert, die sowohl in Längsrichtung beweglich wie vertikal gleitverschiebbar ist. Andererseits ist die Bezugsform 50, die so groß wie bei der siebten Ausführungsform ist, stationär bzw. feststehend.

Bei dem tatsächlichen Prozeß zum Spritzen bzw. Gießen des Metallverbundstoff-Preßlings 1 wird, wie in (a) von Fig. 14 gezeigt, der erste Hohlraum 71 gebildet durch Anordnen der Hohlraumfläche 61 der ersten Austauschform 51 in Gegenüberlagebeziehung zu der Hohlraumfläche 60 der Bezugsform 50, und der erste Preßling 11 wird durch Einspritzen in den ersten Hohlraum 71 geformt bzw. gegossen.

Daraufhin und wie in (b) von Fig. 14 gezeigt, wird die Austauschform 53 geringfügig herausgezogen, nach oben gleitverschoben und vorgerückt. Infolge hiervon und wie in (c) von Fig. 14 gezeigt, wird der zweite Hohlraum 72 gebildet durch Anordnen der Hohlraumfläche 62 der zweiten Austauschform 52 in Gegenüberlagebeziehung zu dem ersten Preßling 11, der in der Bezugsform 50 verbleibt. Durch Formen bzw. Gießen des zweiten Preßlings 12 durch Einspritzen in den zweiten Hohlraum 72 wird der Metallverbundstoff-Preßling 1 erhalten.

Auch in diesem Fall sind Funktion und Wirkung ähnlich zu denjenigen der siebten Ausführungsform.

#### Neunte Ausführungsform

Bei dieser Ausführungsform handelt es sich um ein spezielles Beispiel, bei welchem, wie in Fig. 15 gezeigt, die erste Austauschform 51 und die zweite Austauschform 52 in der sechsten Ausführungsform durch Drehen ausgetauscht werden.

In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform sind die erste Austauschform 51 und die zweite Austauschform 52 insbesondere übereinander angeordnet und in eine Austauschform 53 integriert, wie in Fig. 15 gezeigt. Die Bezugsform 50 besitzt eine große Größe und weist eine Eintiefung 501 auf, in welche der Vorsprung 511 der ersten Austauschform 51 eingesetzt werden kann, um den Aufbau in Bereitstellungszustand zu versetzen bzw. anzuordnen.

In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform ist außerdem die Bezugsform 50 sowohl in Längsrichtung beweg-

lich wie drehbar. Beim tatsächlichen Prozeß zum Formen bzw. Gießen des Metallverbundstoff-Preßlings 1 wird, wie in (a) von Fig. 15 gezeigt, der erste Hohlraum 71 gebildet durch Anordnen der Hohlraumfläche 61 der ersten Austauschform 51 in Gegenüberlagebeziehung zu der Hohlraumfläche 60 der Bezugsform 50, und der erste Preßling 11 wird durch Einspritzen in den ersten Hohlraum 71 gebildet.

Wie in (b) von Fig. 15 gezeigt, wird daraufhin die Bezugsform 50 geringfügig herausgezogen, um 180° gedreht und vorgerückt. Infolge hiervon wird, wie in (c) von Fig. 15 gezeigt, der zweite Hohlraum 72 gebildet durch Anordnen der Hohlraumfläche 62 der zweiten Austauschform 52 in Gegenüberlagebeziehung zu dem ersten Preßling 11, der in der Bezugsform 50 verbleibt. Durch Formen des zweiten Preßlings 12 durch Einspritzen in den zweiten Hohlraum 72 wird der Metallverbundstoff-Preßling 1 erhalten.

Auch in diesem Fall können die erste Austauschform 51 und die zweite Austauschform 52 in bezug aufeinander wirksam bei einfacher Konfiguration ausgetauscht werden. Die vergrößerte Größe der Austauschform 53 und der Bezugsform 50 führt zu einer Erhöhung der Wärmekapazität der Formen, so daß eine Veränderung der Formtemperatur während des kontinuierlichen Ladens bzw. Beschickens verringert werden kann. Bezüglich der übrigen Punkte sind Funktion und Wirkung ähnlich wie bei der sechsten Ausführungsform.

#### Zehnte Ausführungsform

In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform und wie in Fig. 16 gezeigt, ist die Bezugsform 53 bei der siebten Ausführungsform drehbar, und die Bezugsform 50 ist feststehend bzw. stationär.

Wie in Fig. 16 gezeigt, sind insbesondere die erste Austauschform 51 und die zweite Austauschform 52 in einer Austauschform 53 integriert, die in Längsrichtung beweglich und drehbar ist. Die Bezugsform 50, die so groß ist wie bei der achten Ausführungsform, ist feststehend.

Bei dem tatsächlichen Prozeß zum Formen des Metallverbundstoff-Preßlings 1, wird, wie in (a) von Fig. 16 gezeigt, der erste Hohlraum 71 gebildet durch Anordnen der Hohlraumfläche 61 der ersten Austauschform 51 in Gegenüberlagebeziehung zu der Hohlraumfläche 60 der Bezugsform 50, und der erste Preßling 11 wird durch Einspritzen in den ersten Hohlraum 71 geformt.

Wie in (b) von Fig. 16 gezeigt, wird daraufhin die Austauschform 53 geringfügig herausgezogen, nach oben bzw. aufwärts gleitverschoben und vorgerückt. Infolge hiervon und wie in (c) von Fig. 16 gezeigt, wird der zweite Hohlraum 72 gebildet durch Anordnen der Hohlraumfläche 62 der zweiten Austauschform 52 in Gegenüberlagebeziehung zu dem ersten Preßling 11, der in der Bezugsform 50 verbleibt, und ein Metallverbundstoff-Preßling 1 wird erhalten durch Formen bzw. Gießen des zweiten Preßlings 12 durch Einspritzen in den zweiten Hohlraum 72.

Auch in diesem Fall sind Funktion und Wirkung ähnlich wie bei der neunten Ausführungsform.

#### Elfte Ausführungsform

Wie in Fig. 17 gezeigt, sind bei dieser Ausführungsform die erste Austauschform 51 und die zweite Austauschform 52 zubereitet als unabhängige Formen, und sie sind in Gegenüberlagebeziehung zueinander angeordnet, wobei die Bezugsform 50 dazwischen drehbar angordnet ist.

Die Bezugsform 50 besitzt Hohlraumflächen 60, die einander um 180° gegenüberliegen, und sie ist um 180° drehbar. Die erste Austauschform 51 und die zweite Austausch-

form 52 sind außerdem in Längsrichtung beweglich.

Bei dem tatsächlichen Prozeß zum Formen bzw. Gießen des Metallverbundstoff-Preßlings 1, und wie in (a) von Fig. 17 gezeigt, wird der erste Hohlraum 71 gebildet durch Anordnen der Hohlraumfläche 61 der ersten Austauschform 51 in Gegenüberlagebeziehung zu einer Hohlraumfläche 60 der Bezugsform 50 und durch Anordnen der Hohlraumfläche 62 der zweiten Austauschform 52 in Gegenüberlagebeziehung zu der anderen Hohlraumfläche 60. Daraufhin wird der erste Preßling 11 geformt bzw. gegossen durch Einspritzen in den ersten Hohlraum 71.

Wie in (b) von Fig. 17 gezeigt, werden daraufhin die erste Austauschform 51 und die zweite Austauschform 52 geringfügig herausgezogen, woraufhin die Bezugsform 50 um 180° gedreht wird, gefolgt durch Vorrücken der ersten Austauschform 51 und der zweiten Austauschform 52. Wie in (c) von Fig. 17 gezeigt, wird infolge hiervon der zweite Hohlraum 72 gebildet durch Anordnen der Hohlraumfläche 62 der zweiten Austauschform 52 in Gegenüberlagebeziehung zu dem ersten Preßling 11, der in der Bezugsform 50 verbleibt. Daraufhin wird der Metallverbundstoff-Preßling 1 erhalten durch Formen bzw. Gießen des zweiten Preßlings 12 durch Einspritzen in den zweiten Hohlraum 72.

Bei diesem Prozeß wird der erste Hohlraum 71 erneut zwischen der Hohlraumfläche 61 der ersten Austauschform 51 und der Hohlraumfläche 60 der Bezugsform 50 in Gegenüberlagebeziehung zur Hohlraumfläche 61 gebildet. Infolge hiervon ermöglicht es das Spritzgießen des ersten Preßlings 11, ausgeführt in diesem Zustand, daß der erste Preßling 11 gleichzeitig geformt bzw. gegossen wird wie der Metallverbundstoff-Preßling 1.

Das Vorrücken und Zurückziehen der ersten und zweiten Austauschformen 51, 52 und das Drehen der Bezugsform 50 werden in derselben Weise wie vorstehend erläutert wiederholt, während gleichzeitig der Metallverbundstoff-Preßling 1 während der Drehung der Bezugsform 50 freigegeben wird. Auf diese Weise kann das Spritzgießen kontinuierlich und sehr wirksam durchgeführt werden.

Wie vorstehend erläutert, verwirklicht diese Ausführungsform eine sehr effiziente Produktion bei reduzierten Herstellungskosten.

Was die übrigen Punkte betrifft, sind Funktion und Wirkung ähnlich wie bei der sechsten Ausführungsform.

In den sechsten bis elften Ausführungsformen wird das Spritzgießen des zweiten Preßlings bevorzugt durchgeführt, während sich der erste Preßling, der zum zweiten Hohlraum weist, in einem Temperaturbereich nicht niedriger als der Erweichungspunkt des Bindemittels befindet, das in dem ersten Preßling enthalten ist, und nicht höher als die Zersetzungstemperatur des Bindemittels, das den ersten Preßling bildet. Wenn auf diese Weise der erste Preßling und der zweite Preßling in Kontakt miteinander gelangen, kann die Fluidität des Bindemittels in dem Grenzabschnitt sichergestellt werden, wodurch es ermöglicht wird, die Bildung eines Abschnitts hoher Bindemittelkonzentration in dem Grenzabschnitt zu unterbinden.

Das Spritzgießen des zweiten Preßlings wird bevorzugt ausgeführt, während der erste Preßling, der zum zweiten Hohlraum weist, sich in einem Temperaturbereich nicht niedriger als 70°C und nicht höher als die Einspritztemperatur für das Metallpulver des zweiten Preßlings befindet. In diesem Fall kann die Fluidität des Bindemittels beim normalen Gebrauch im wesentlichen aufrechterhalten werden, ohne daß eine Abweichung auftritt. Die Bildung des Abschnitts hoher Bindemittelkonzentration in dem Grenzabschnitt kann dadurch positiv unterdrückt werden.

Die Einspritztemperatur des zweiten Preßlings beträgt bevorzugt 95 bis 230°C. In dem Fall, daß die Einspritztempe-

ratur des zweiten Preßlings niedriger als 95°C ist, kann es schwierig sein, das Bindemittel, welches den ersten Preßling bildet, zwangsweise erneut zu schmelzen. In dem Fall, daß die Einspritztemperatur des zweiten Preßlings höher als 230°C ist, kann andererseits das Bindemittel, welches das Formmaterial des zweiten Preßlings bildet, in unerwünschter Weise zersetzt werden.

Zumindest eines der Bindemittel, die in dem ersten Preßling und in dem zweiten Preßling enthalten ist, besitzt bevorzugt eine Mischbarkeitskomponente (gegenseitige Löslichkeit). In diesem Fall kann die Diffusion zwischen den Bindemitteln in dem Grenzabschnitt des ersten Preßlings und des zweiten Preßlings zusätzlich erleichtert werden, was zu einer zusätzlich verbesserten Dauerhaftigkeit des Grenzabschnitts führt.

Während die Erfindung unter Bezug auf spezielle Ausführungsformen erläutert wurde, die zu Darstellungszwecken gewählt sind, erschließen sich dem Fachmann zahlreiche Modifikationen, ohne vom Grundkonzept und dem Umfang der Erfindung abzuweichen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings durch ein Metallpulver-Einspritzgießverfahren zum Spritzgießen eines Formmaterials, das aus einem Gemisch aus Metallpulver und einem Bindemittel besteht, in einer Form, wobei der erste Preßling durch Einspritzen geformt wird, woraufhin ein zweiter Preßling durch Einspritzen in engem Kontakt mit der Verbindungsfläche des ersten Preßlings geformt wird, wodurch der erste Preßling mit dem zweiten Preßling integriert wird, und wobei das Spritzgießen des zweiten Preßlings ausgeführt wird, indem das zweite Formmaterial für den zweiten Preßling zum Fließen gebracht und in die Form derart gefüllt wird, daß eine Fließkomponente in der Richtung parallel zur Verbindungsfläche des ersten Preßlings auf dieser Verbindungsfläche erhalten wird.
2. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings nach Anspruch 1, wobei das zweite Formmaterial allgemein in einer Richtung parallel zu der Verbindungsfläche auf dieser Verbindungsfläche zum Fließen gebracht wird.
3. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings nach Anspruch 2, wobei der Fließ- bzw. Strömungspfad des zweiten Formmaterials einen Abschnitt aufweist, der schmaler ist als seine übrigen Abschnitte vor und hinter dem schmalen bzw. engen Abschnitt auf der Verbindungsfläche des ersten Preßlings.
4. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings nach Anspruch 1, wobei das zweite Formmaterial eine Fließkomponente aufweist, die von der Richtung nicht parallel zur Verbindungsfläche des ersten Preßlings verläuft und sich ändert zu der Richtung parallel zu der Verbindungsfläche auf der Verbindungsfläche.
5. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings nach Anspruch 3, wobei die Breite des Pfads des zweiten Formmaterials, das ausgehend von der Richtung nicht parallel zu der Verbindungsfläche des ersten Preßlings verläuft, schmaler ist als die Breite der Verbindungsfläche des ersten Preßlings.
6. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings durch das Metallpulver-Einspritzgießverfahren, wobei nach Gießen eines ersten Preßlings ein zweiter Preßling in engem Kontakt mit einem Teil des ersten

Preßlings geformt wird, um den ersten Preßling mit dem zweiten Preßling zu integrieren, wobei die Hohlraumflächen, gebildet auf einer Bezugsform und einer ersten Austauschform, in Gegenüberlagebeziehung zueinander angeordnet werden, um einen ersten Hohlraum zu bilden, wobei der erste Preßling durch Einspritzen in den ersten Hohlraum geformt wird, und wobei, während der erste Preßling in der Hohlraumfläche der Bezugsform belassen wird, ausschließlich die erste Austauschform durch eine zweite Austauschform ersetzt wird, die eine Hohlraumfläche unterschiedlicher Form aufweist, wobei ein zweiter Hohlraum durch die Hohlraumfläche der zweiten Austauschform und der ersten Austauschform gebildet wird, und wobei ein zweiter Preßling durch Einspritzen in den zweiten Hohlraum geformt wird, um einen Metallverbundstoff-Preßling herzustellen, der den ersten Preßling und den zweiten Preßling miteinander integriert umfaßt.

7. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings nach Anspruch 6, wobei die erste Austauschform und die zweite Austauschform in Bezug aufeinander ausgetauscht werden durch Gleitverschieben der ersten Austauschform und der zweiten Austauschform relativ zu der Bezugsform.

8. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings nach Anspruch 6, wobei die erste Austauschform und die zweite Austauschform in bezug aufeinander ausgetauscht werden durch Drehen der ersten Austauschform und der zweiten Austauschform relativ zu der Bezugsform.

9. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die erste Austauschform und die zweite Austauschform integral gebildet werden.

10. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei das Spritzgießen des zweiten Preßlings ausgeführt wird, während der erste Preßling, der zu dem zweiten Hohlraum weist, sich in einem Temperaturbereich nicht niedriger als der Erweichungspunkt des Bindemittels befindet, das in dem ersten Preßling enthalten ist, und nicht höher als die Zersetzungstemperatur des Bindemittels, das in dem ersten Preßling enthalten ist.

11. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei das Spritzgießen des zweiten Preßlings ausgeführt wird, während der erste Preßling, der zum zweiten Hohlraum weist, in einem Temperaturbereich nicht niedriger als 70°C und nicht höher als die Einspritztemperatur des Metallpulvers des zweiten Preßlings sich befindet.

12. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei die Einspritztemperatur des zweiten Preßlings derart gewählt ist, daß die Oberflächentemperatur des ersten Preßlings nicht niedriger sein kann als die Erweichungstemperatur des Bindemittels, das in dem ersten Preßling enthalten ist, wenn der zweite Preßling in Kontakt mit dem ersten Preßling gelangt ist.

13. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings nach einem der Ansprüche 6 bis 12, wobei die zweite Einspritztemperatur des zweiten Preßlings zwischen 95°C und 230°C liegt.

14. Verfahren zum Herstellen eines Metallverbundstoff-Preßlings nach einem der Ansprüche 6 bis 13, wobei zumindest einer der Bindemitteltypen, der in dem ersten Preßling und dem zweiten Preßling enthalten ist,

eine Mischbarkeitskomponente aufweist.

---

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

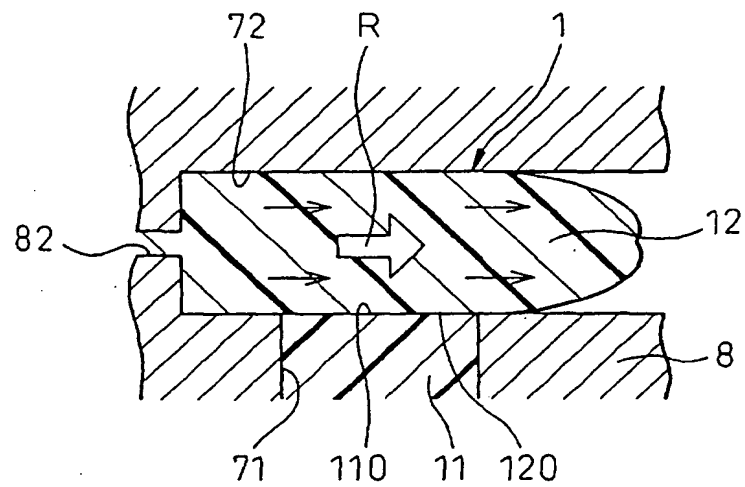


Fig. 2

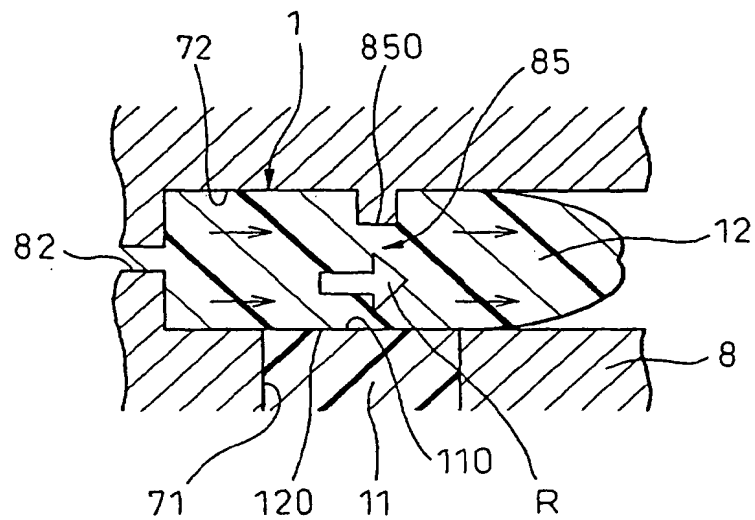


Fig.3

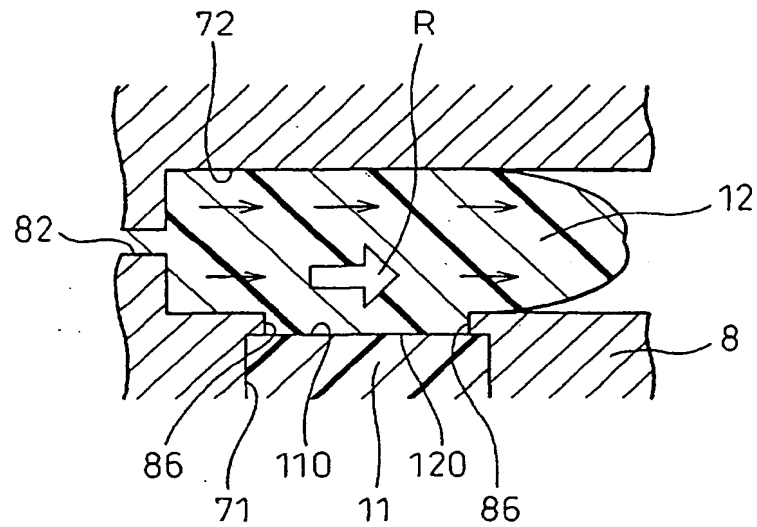


Fig. 4

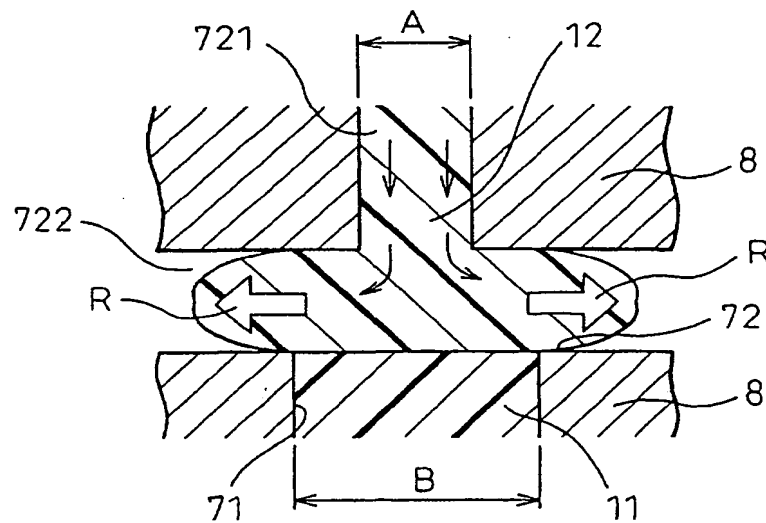




Fig.5

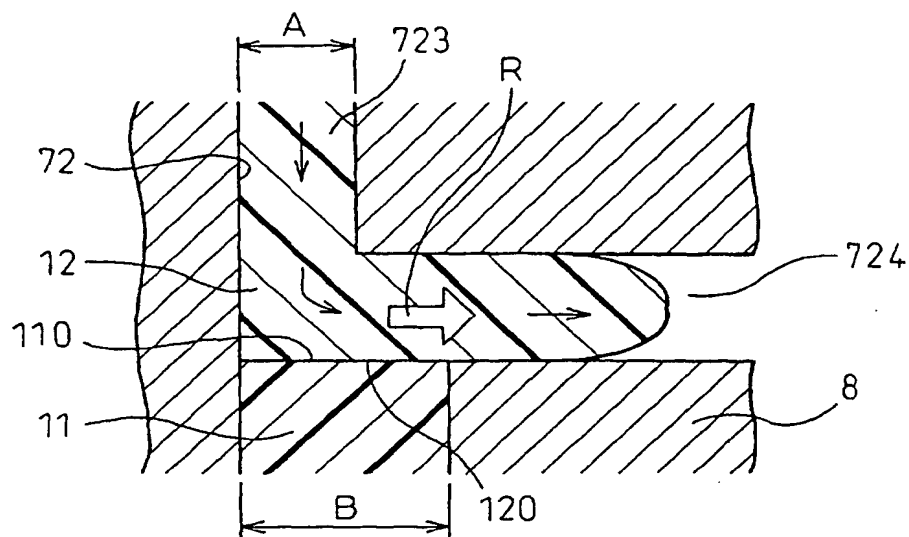


Fig.6A

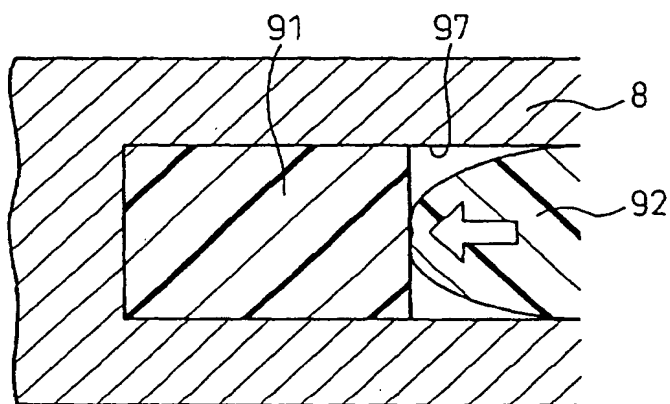


Fig.6B

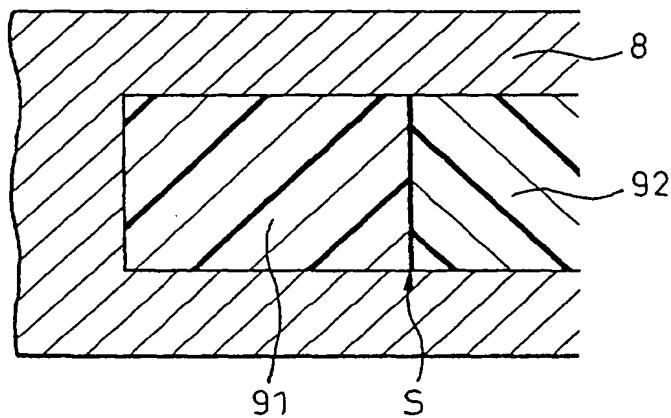


Fig. 7

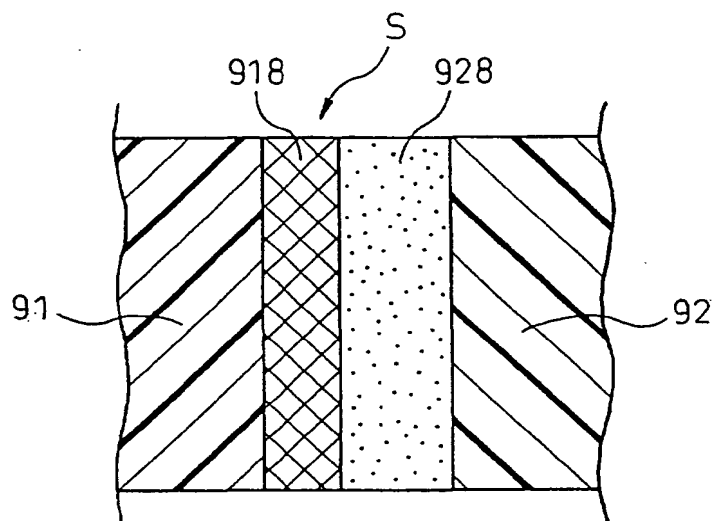


Fig. 8

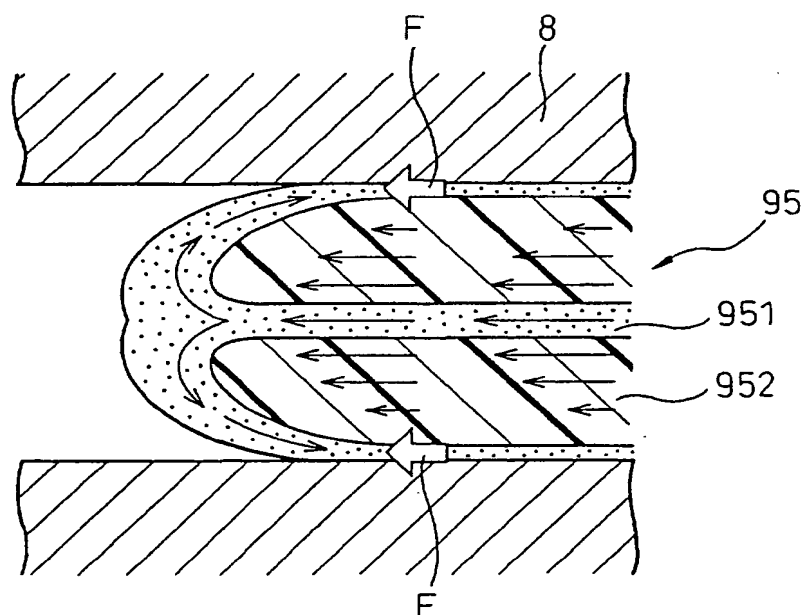


Fig.9

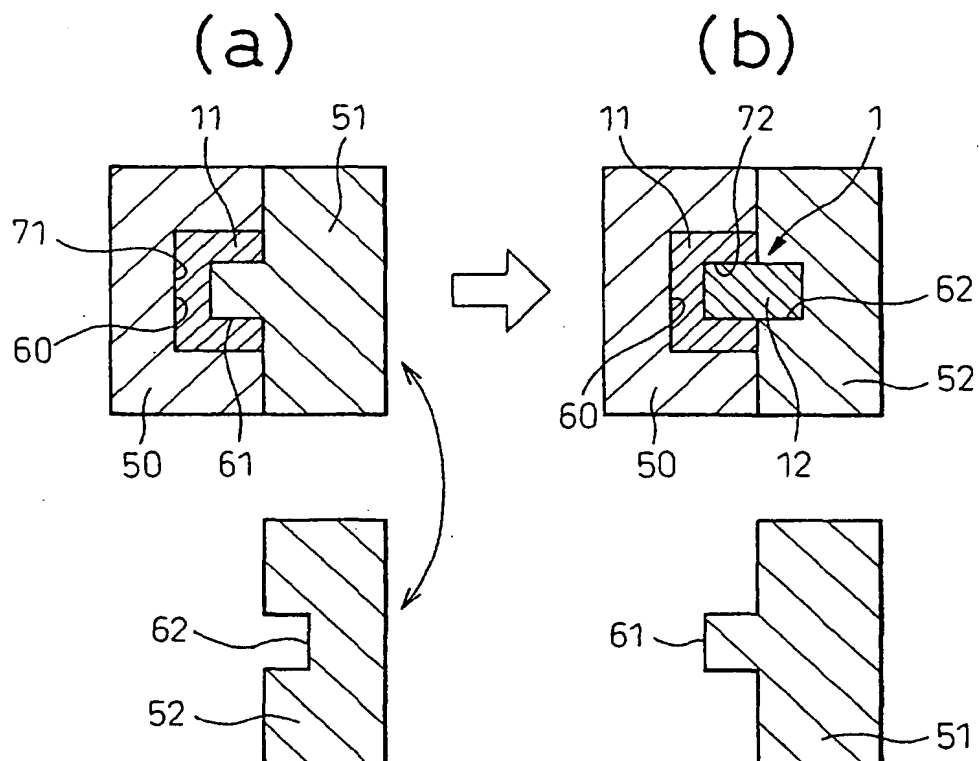


Fig.10

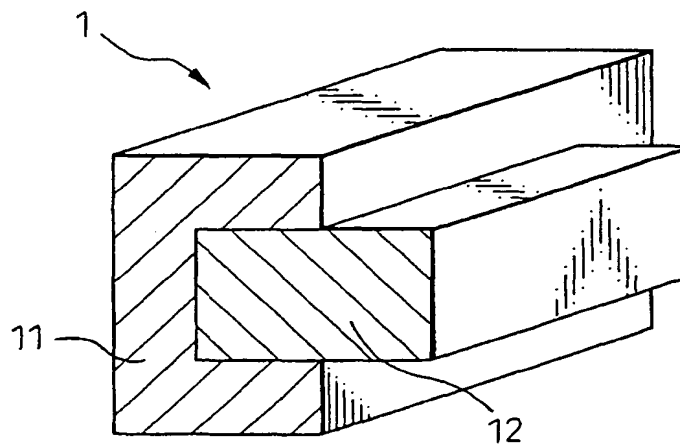


Fig.11A

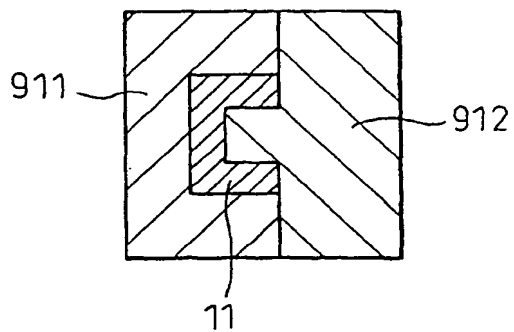


Fig.11B

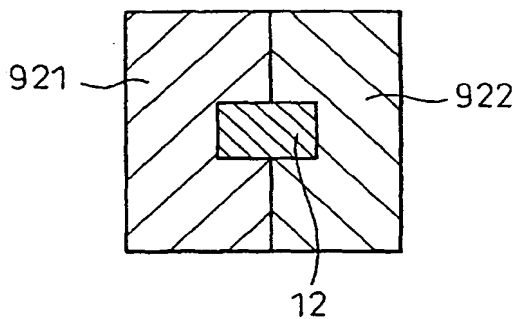


Fig.11C

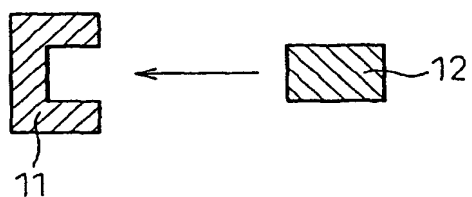


Fig.12A

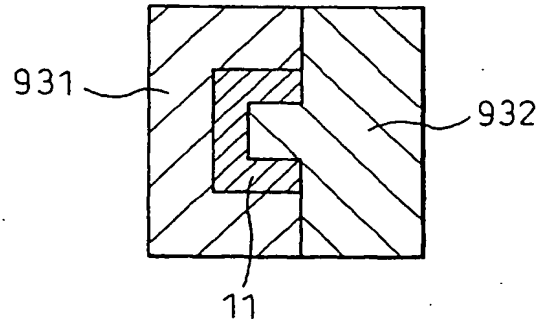


Fig.12B

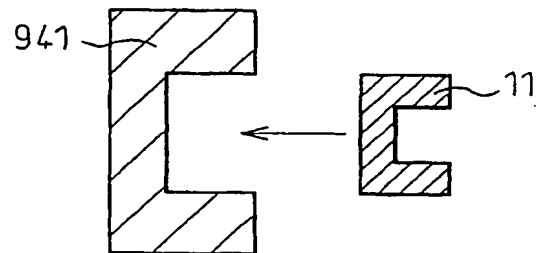


Fig.12C

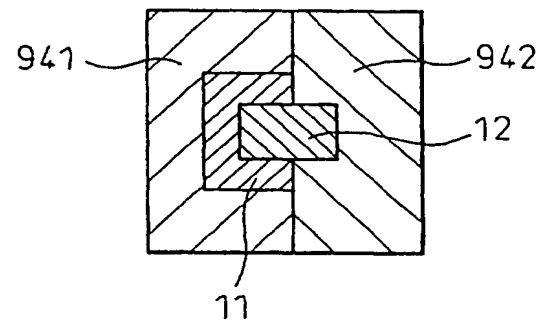


Fig. 13

(c)

(b)

(a)

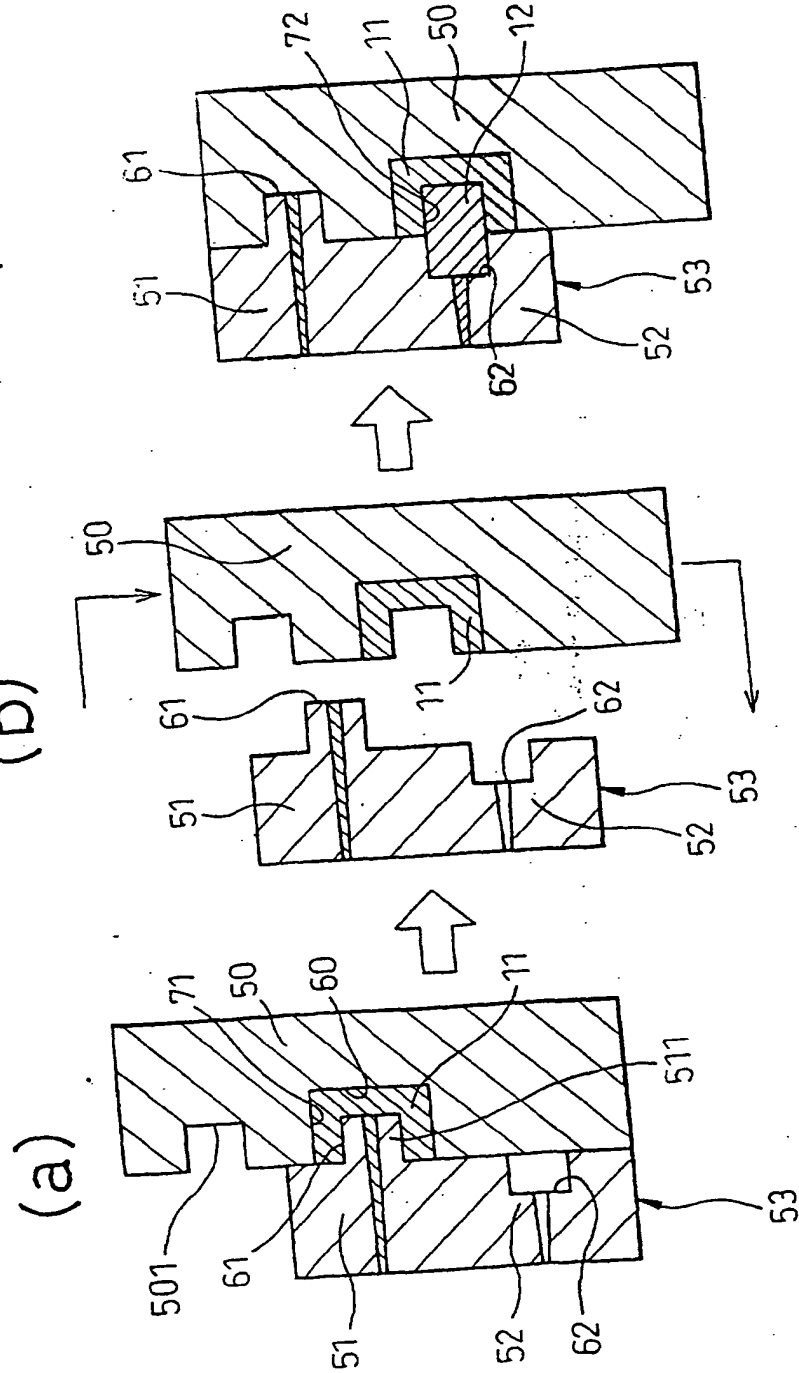


Fig. 14

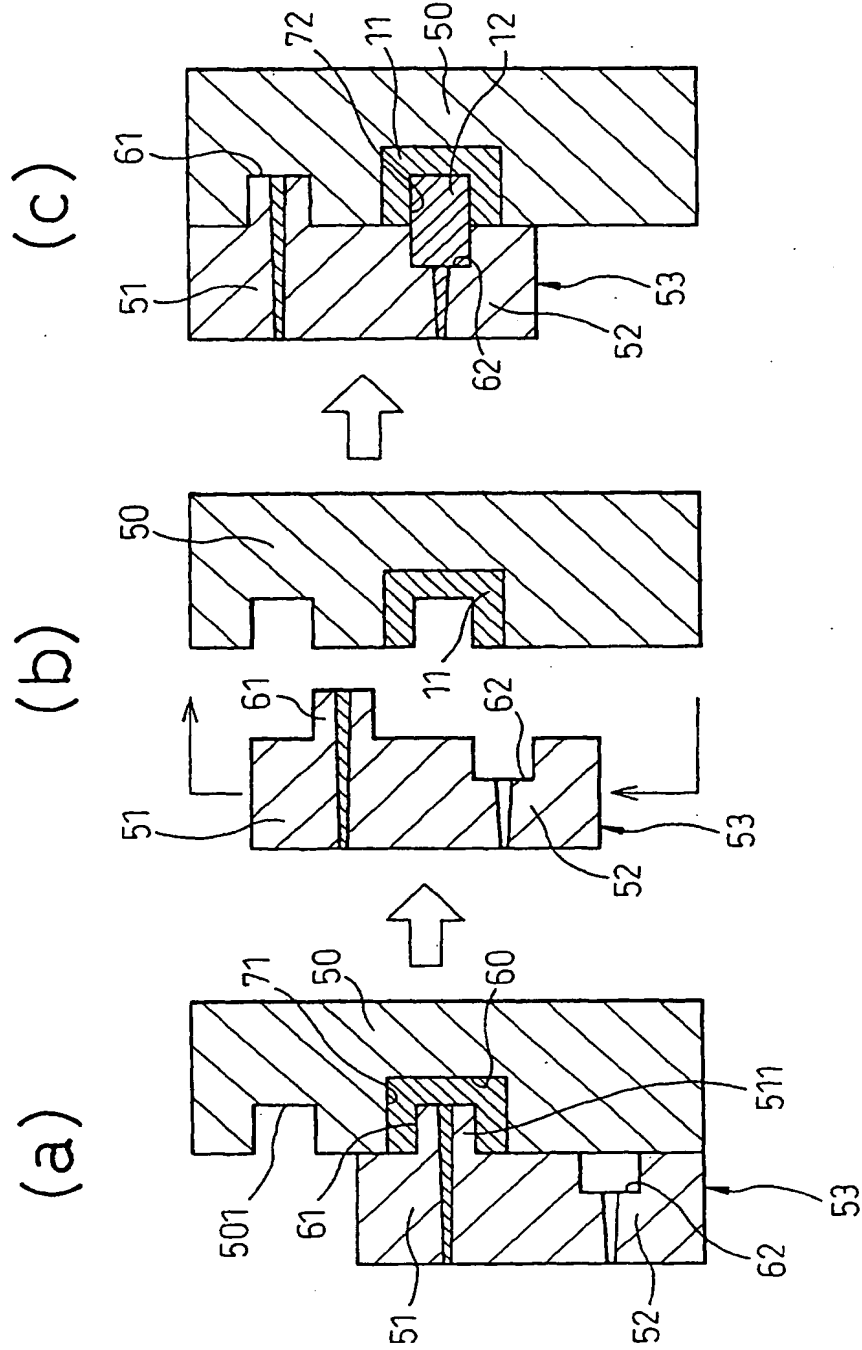
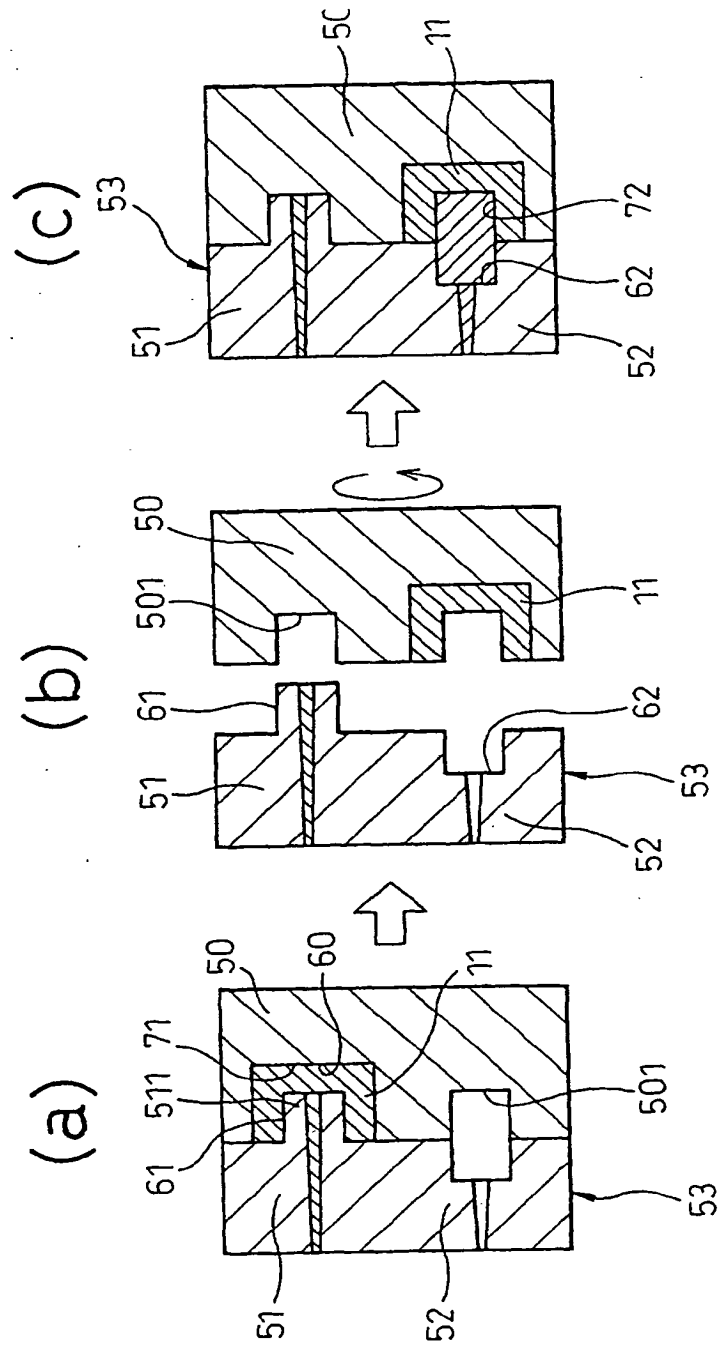


Fig. 15





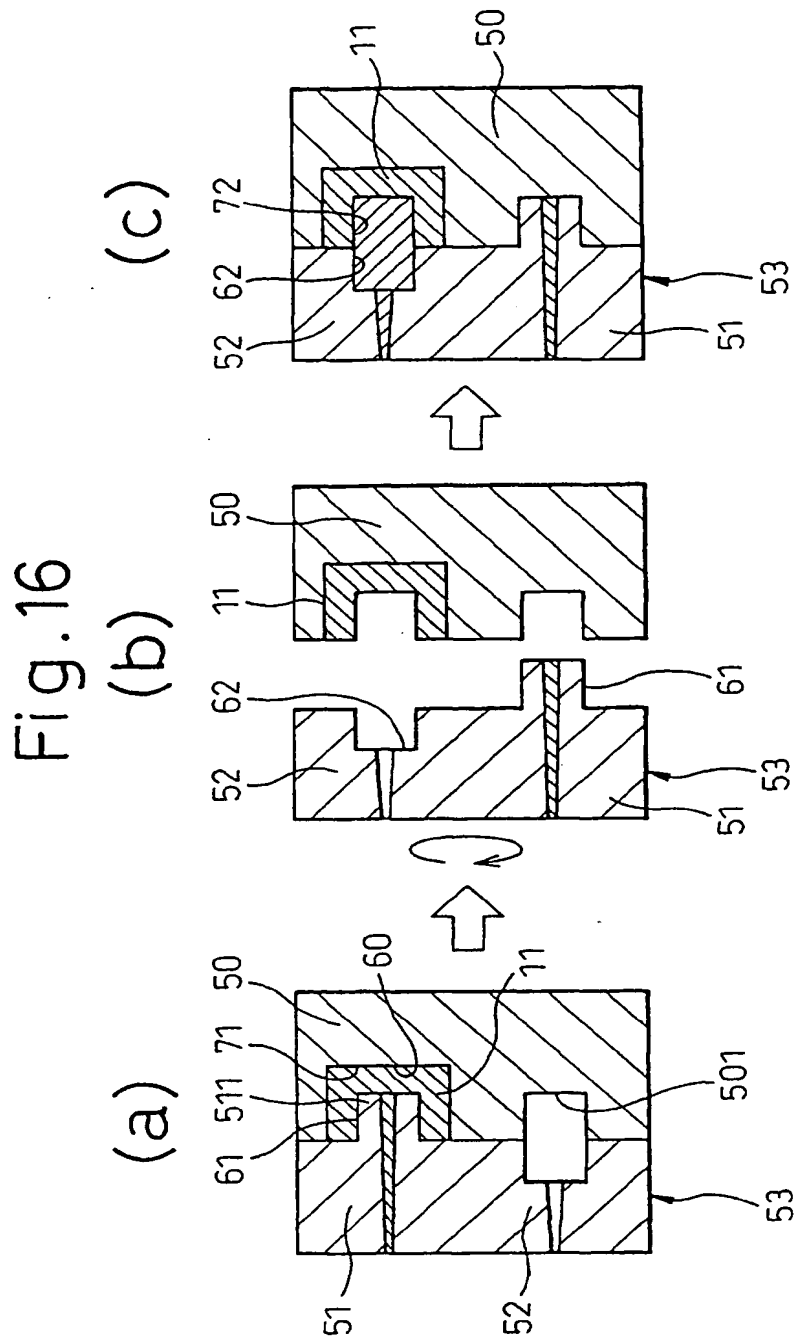


Fig. 17

